

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

11) N° de publication :

la utiliser que pour les  
commandes de reproduction

21) N° d'enregistrement national :

84 04393

2 561 789

51) Int Cl : G 02 B 6/44; H 04 B 9/00.

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 21 mars 1984.

30) Priorité :

43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOP « Brevets » n° 39 du 27 septembre 1985.

60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

73) Titulaire(s) :

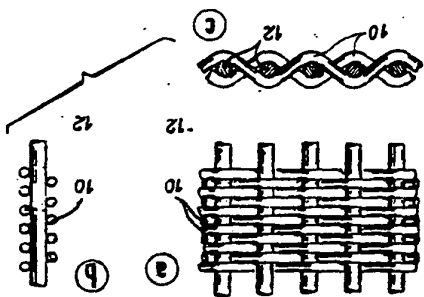
74) Mandataire(s) : Brevatome.

72) Inventeur(s) : Henry Blumentfeld et Michel Bourdinaud.

71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-  
MIQUE, établissement de caractère scientifique, tech-  
nique et industriel — FR.

54) Procédé de mise en place ordonnée de fibres optiques et conducteurs d'informations optiques obtenus par ce  
procédé.

57) L'invention concerne un procédé permettant de mettre en  
place de façon ordonnée des fibres optiques, ainsi que les  
conducteurs d'informations optiques obtenus par ce procédé.  
Ce procédé consiste à tisser ces fibres 10 selon une  
direction, en les croisant avec des fils de soutien 12 qui  
peuvent, le cas échéant, être aussi constitués par des fibres  
optiques. On réalise ainsi un tissu dans lequel les fibres  
optiques 10 constituent, de préférence, la trame. Ce tissu peut  
être protégé par une paroi non tissée permettant de transfor-  
mer une image à deux dimensions. Plusieurs tissus superposés  
et compacts permettent de réaliser un conducteur d'images à  
deux dimensions. Enfin, l'ensemble peut être tronçonné pour  
réaliser des plaques utilisables comme écrans de visualisation  
ou comme coupleurs optiques.



Procédé de mise en place ordonnée de fibres et conducteurs

d'informations optiques obtenus par ce procédé

La présente invention concerne un procédé permettant de mettre en place de façon ordonnée des fibres optiques qui peuvent être notamment des fibres optiques scintillantes constituant des détecteurs de particules. L'invention concerne également différents types de conducteurs d'informations optiques obtenus selon ce procédé.

10 A ce jour, la seule technique connue permettant de ranger des fibres optiques afin de réaliser un conducteur d'informations optiques consiste à confectionner des câbles dans lesquels les fibres sont soit tressées, soit positionnées dans des gorges préalablement usinées sur un noyau central. Cette technique est couramment utilisée pour la réalisation de câbles téléphoniques à fibre de silice et il se déve-

20 loppé à son sujet toute une activité connexe liée notamment aux problèmes posés par le raccordement des câbles entre eux.

Toutefois, ce procédé connu ne s'applique que dans des cas relativement limités car il pose un certain nombre de problèmes.

25 En premier lieu, les câbles ainsi conçus ne présentent pas une structure homogène dans toutes les directions car le rangement des fibres ne présente pas toujours la régularité requise. Dans le cas des fibres scintillantes formant des détecteurs de particules, la réponse de ces câbles n'est donc pas isotrope à l'échelle macroscopique lors du passage des

30 De plus, le faible taux de remplissage de ces câbles, c'est-à-dire le pourcentage médior de la section du câble occupée par les fibres optiques conduit à une mauvaise définition et à une transparence

médicore de ces câbles lorsqu'ils sont utilisés comme conducteurs d'images, décollant du faible taux de collection de la lumière.

Dans cette même application, les câbles confectionnés selon ces procédés existants présentent un rangement matriciel lignes-colonnes généralement différent sur les faces d'entrée et de sortie, ce qui conduit à introduire une distorsion sur l'image transmise.

Les procédés de rangement de fibres optiques sous forme de câbles existants actuellement soulèvent donc de nombreuses difficultés, notamment lorsqu'ils sont utilisés comme conducteurs d'images, par exemple dans le domaine médical (endoscopie) et dans celui de l'électronique (dispositifs d'affichage à cristaux liquides sur écrans plats ou coupleurs entre étages de tubes électroniques comme des amplificateurs d'images ou des caméras).

En conséquence, il a également été proposé pour ces applications de disposer en échelons une multitude de grande longueur, puis de couper cet échelons selon un plan et de déployer les fibres de part et d'autre de cette section. Cependant, les difficultés inhérentes au rangement de la fibre lors de la réalisation de l'échelons conduisent à certaines distorsions. De plus, cette technique interdit pratiquement la coulee d'un liant entre les fibres qui sont dans ce cas jointives. En outre la longueur du conducteur est limitée.

Conformément à l'invention, il est proposé un procédé de mise en place ordonnée de fibres optiques facile à mettre en oeuvre, peu coûteux et ne présentant pas les inconvénients des procédés connus, ce procédé permettant notamment de ranger les fibres de façon homogène et de manière telle qu'il soit possible

d'utiliser le conducteur d'informations optiques afin-  
 et notamment comme conducteur d'images grâce à la  
 bonne définition et à l'absence presque totale de dis-  
 torsion de l'image transmise.

A cet effet, et conformément à l'invention,  
 il est proposé un procédé de mise en place ordonnée de  
 fibres optiques, caractérisé en ce qu'il consiste à  
 tisser les fibres optiques dans une direction en les  
 croisant avec des fils de soutien, pour former un  
 tissu. De préférence, la trame de ce tissu est consti-  
 tuée par les fibres optiques, la chaîne étant consti-  
 tuée par les fils de soutien.

Selon l'invention, il est également possi-  
 ble de réaliser deux conducteurs d'informations opti-  
 ques croisés en utilisant des fibres optiques comme  
 fils de soutien.

Selon un mode de réalisation particulier de  
 l'invention, on superpose plusieurs nappes de tissu,  
 de telle sorte que les fibres optiques de ces nappes  
 soient parallèles entre elles.

Si l'on désire réaliser un conducteur d'ima-  
 ges par fibres optiques, on compacte ensuite sous  
 pression les nappes superposées, à une température  
 suffisante pour provoquer le ramollissement des fibres  
 optiques. Cette température dépend naturellement de la  
 nature des fibres. Elle est d'environ 100°C dans le  
 cas préféré où il s'agit de fibres plastiques et d'en-  
 viron 1200°C s'il s'agit de fibres de verre.

Si l'on désire réaliser des plaques transpa-  
 rentes destinées à l'électronique, on tronçonne ensui-  
 te les nappes superposées et compactées perpendicula-  
 rement à la direction des fibres optiques pour former  
 ces plaques.

L'invention a également pour objet un con-

ducteur d'informations optiques, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une nappe comportant un tissu constitué par des fibres optiques dans une direction, les croisées avec des fils de soutien. De préférence, les fibres optiques forment la trame du tissu et les fils de soutien en constituent la chaîne. Ces fils de soutien peuvent également être constitués par des fibres optiques.

Selon une variante de réalisation de l'invention, la nappe comprend de plus au moins une partie non tissée constituée par les fibres optiques prolongeant la trame du tissu. Cette partie non tissée peut notamment être rassemblée pour présenter une section sensiblement circulaire, ce qui permet le passage d'une répartition linéaire de la lumière à une répartition à deux dimensions, d'une extrémité à l'autre du conducteur optique.

On décrira maintenant un mode de réalisation particulier de l'invention en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- les figures 1a, 1b et 1c représentent un réseau optique tissé conformément à l'invention, respectivement en vue de dessus et en coupe selon la chaîne et selon la trame du tissu, dans le cas d'un tissage dit "REPS" de trame uni", et
- les figures 2a, 2b et 2c sont des vues comparables aux figures 1a, 1b et 1c représentant un réseau optique obtenu par un tissage dit "REPS" de trame croisée".

Conformément à l'invention, il est proposé de tisser les fibres optiques pour former un réseau homogène et serré présentant une bonne transparence et assurant une définition correcte de l'image transmise, sans distorsion notable de celle-ci.

Pour qu'un tel tissage soit possible, les

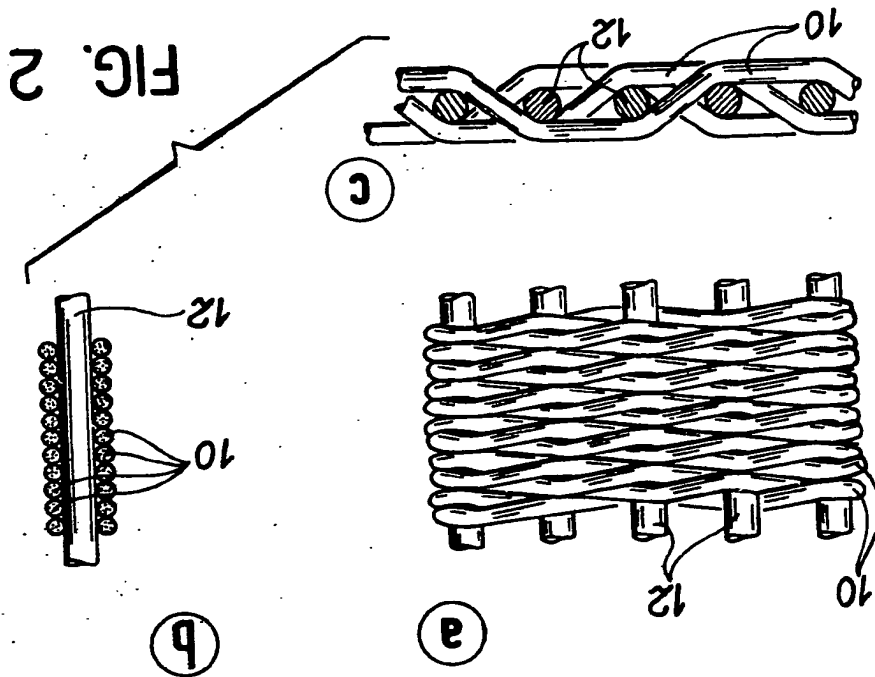
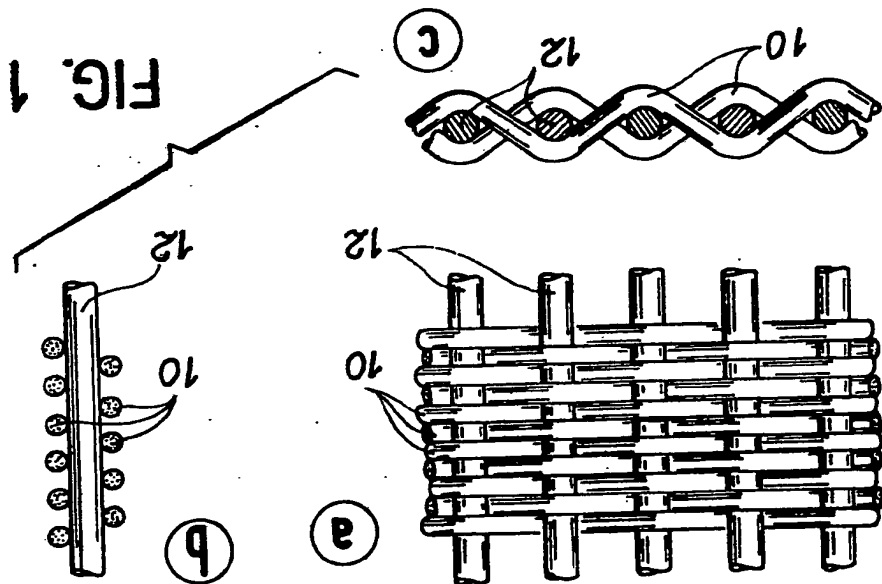
fibres optiques doivent répondre aux conditions mécaniques suivantes :

- la résistance à la rupture des fibres optiques doit être de quelques dizaines de  $\text{kg/mm}^2$  lorsqu'elles constituent la trame du tissu et de l'ordre de cent fois moins lorsqu'elles en constituent la chaîne ;
- le rayon de courbure de la fibre doit pouvoir atteindre quelques dizaines de millimètres lorsque les fibres constituent la trame du tissu et 300 à 400 mm lorsqu'elles en constituent la chaîne.

Compte tenu de ces conditions mécaniques que doivent remplir les fibres optiques afin de pouvoir être tissées, les fibres plastiques sont utilisables en préférence aux fibres de verre qui sont sensiblement plus raides et plus cassantes. Toutefois, le tissage de fibres de verre demeure possible lorsqu'il s'agit de fibres de très petit diamètre ou sous forme multiple de fibres de très petite dimension. En revanche, le tissage de fibres optiques en verre ou en silice monocristalline ne semble possible qu'en chaîne où les courbures sont très faibles.

Dans les limites imposées par ces conditions, on voit sur les figures 1 et 2 qu'il est possible conformément à l'invention de tisser des fibres optiques 10 dans une direction en les croisant avec des fils de soutien 12 relativement minces et espacés. De façon plus précise, sur les figures 1 et 2 les fils de soutien 12 constituent la chaîne du tissu alors que les fibres optiques 10 en sont la trame. On peut ainsi obtenir une nappe dans laquelle les fibres sont juxtaposées pratiquement sans interstice.

Les fils de soutien 12, qui constituent la chaîne du tissu sur les figures 1 et 2, peuvent être réalisés en tout matériau remplissant les conditions mécaniques énoncées précédemment. On peut notamment utiliser à cet effet des fils en acier inoxydable. De



9. Conducteur selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que les fils de soutien (12) sont aussi des fibres optiques.
10. Conducteur selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs nappes de tissu superposées.
11. Conducteur selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que la nappe comprend de plus au moins une partie non tissée, constituée par les fibres optiques prolongeant les fibres optiques du tissu.
- 10
- 5



1. Procédé de mise en place ordonnée de fibres optiques, caractérisé en ce qu'il consiste à tisser les fibres optiques (10) dans une direction en les croisant avec des fils de soutien (12), pour former un tissu.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on tisse les fibres optiques (10) dans le sens de la trame du tissu et les fils de soutien (12) dans le sens de la chaîne du tissu.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on utilise aussi des fibres optiques comme fils de soutien (12).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on superpose plusieurs nappes de tissu de telle sorte que les fibres optiques (10) de ces nappes soient parallèles entre elles.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on compacte ensuite sous pression les nappes superposées à une température suffisante pour provoquer le ramollissement des fibres optiques.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on tronçonne ensuite perpendiculairement aux fibres optiques les nappes superposées et compactées pour former des plaques.
7. Conducteur d'informations optiques, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une nappe comportant un tissu constitué par des fibres optiques (10) dans une direction, croisées avec des fils de soutien (12).
8. Conducteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que les fibres optiques (10) constituent la trame du tissu et les fils de soutien (12) la chaîne du tissu.

# REVENDICATIONS

application possible concerne la réalisation de récepteurs de télévision à écran plat basés sur une visualisation à cristaux liquides.

Une autre application de telles plaques concerne la réalisation de coupleurs optiques ou d'amplificateurs de brillance entre deux étages d'amplificateurs d'image ou de caméra, par exemple entre un écran et une photocathode de deux étages successifs.

Bien entendu, toutes ces applications ne sont données qu'à titre d'exemple non limitatif, car il est clair que la possibilité offerte par l'invention d'accéder à des conducteurs d'informations optiques à deux dimensions, éventuellement croisés, par la réalisation simple et peu coûteuse de structures souples conductrices de la lumière sur de grandes longueurs, ouvre de nouvelles possibilités dont il est difficile d'apprécier la portée à l'heure actuelle.

utilisées pour réaliser des conducteurs d'images à nombre de nappes de ce genre, de telle sorte que les fibres optiques des différentes nappes soient parallèles entre elles.

5 De préférence, ces nappes sont ensuite compactées sous pression à une température suffisante pour provoquer le ramollissement des fibres optiques, suivant une technique qui s'apparente au frittage. Ces températures sont respectivement de l'ordre de 1200°C et de 100°C pour les fibres de verre et les fibres plastiques. Ces dernières apparaissent donc ici encore comme plus avantageuses et d'emploi plus facile que les fibres de verre.

15 L'adhérence des différentes nappes tissées peut également être obtenue par un collage de ces nappes à l'aide d'un liant ou d'un alliage. A cet effet, des entretoises intercalaires peuvent être placées entre les nappes.

20 Cette solution est toutefois moins satisfaisante que la précédente lorsqu'il s'agit de réaliser un conducteur d'images. En effet, elle conduit à un taux de remplissage sensiblement inférieur et, par conséquent, à une perte sur la transparence et sur la définition de l'image obtenue.

25 Lorsque les différentes nappes superposées sont ainsi assemblées pour former un conducteur d'images, peut être tronçonné perpendiculairement aux fibres, pour former des plaques de faible épaisseur. Ces plaques, qui peuvent être planes ou gauches, peuvent notamment être utilisées en électronique.

30 En particulier, elles peuvent constituer des fenêtres pour des dispositifs de visualisation tels que des afficheurs à cristaux liquides dont une

35

5 L'on utilise des fibres de 0,32 mm de diamètre pour réaliser la trame du tissu et des fils de soutien en acier inoxydable de 0,3 mm pour réaliser la chaîne du tissu, les volumes occupés par les fibres, le fil de soutien et l'air représentent respectivement 60%, 2% et 38% du volume total du tissu.

10 Un tissu de 1000 mm x 30 mm réalisé de cette manière a permis de démontrer la faisabilité de ce procédé et la qualité du rangement ordonné des fibres optiques dans le réseau ainsi réalisé.

15 Bien entendu, la nappe de tissu ainsi réalisée, qui constitue une surface souple conductrice de la lumière, peut être utilisée telle quelle en tant que conducteur d'informations optiques. Elle peut aussi servir de matériau de base pour la réalisation de conducteurs d'informations optiques plus complexes.

20 Ainsi, une bande de tissu de fibres optiques peut être placée autour d'un noyau de façon à réaliser un câble de transmission optique.

25 Les fibres optiques constituant la trame et/ou éventuellement la chaîne d'un tissu de fibres optiques selon l'invention peuvent aussi se prolonger sous la forme d'une partie non tissée. Dans cette partie non tissée, les fibres optiques peuvent être rassemblées selon une section quelconque, par exemple circulaire. Il est ainsi possible de passer d'une répartition à deux dimensions de la lumière à une extrémité à une répartition linéaire, à l'autre extrémité ou inversement (dispositif d'anamorphose). Le réseau optique ainsi obtenu peut notamment être utilisé pour raccorder des fibres optiques à l'entrée d'une caméra à fentes.

30 Les nappes de tissu de fibres optiques réalisées conformément à l'invention peuvent aussi être

35

lièrement espacés.

Dans cette configuration, les fibres ne subissent aucune courbure, les déformations inhérentes au tissage étant transférées au fil de soutien. C'est pourquoi ce dernier est choisi de faible diamètre et donc en matériau textile, car des fils métalliques endommageraient les fibres.

Ce mode de tissage où les fibres peuvent se trouver soit en trame, soit en chaîne, est donc particulièrement adapté au tissage des fibres de diamètre important et convient pour les fibres de verre. En contrepartie, le taux de remplissage accessible par empilement des nappes tissées est plus faible (~40% contre 60% dans le cas d'un REPS).

A propos du mode de tissage, on remarquera également que l'invention ne concerne pas le tissage proprement dit, mais l'application des techniques de tissage connues à la réalisation de conducteur d'in-formations optiques constitués de fibres optiques. En conséquence, la réalisation du tissage sera faite selon les techniques bien connues des spécialistes, sans qu'aucune description de ces techniques soit nécessaire.

Selon le type de tissage utilisé, le volume occupé par les fibres optiques, celui qui est laissé libre pour un remplissage éventuel et enfin celui qui est occupé par les fils de soutien (qui constituent un volume mort) varient.

Ainsi, les rapports entre ces différents volumes ne sont pas les mêmes selon qu'on utilise un tissage uni comme l'illustre la figure 1 ou un tissage croisé comme l'illustre la figure 2.

Dans le cas du tissage croisé représenté sur la figure 2, qui semble mieux convenir que le tissage uni de la figure 1, pour un remplissage maximal et si

préférence, les fils de soutien 12 sont relativement minces et présentent un diamètre voisin de celui des fibres. Par exemple le diamètre des fils 12 peut être de 0,3 mm pour des fibres optiques 10 dont le diamètre est de 0,32 mm.

Comme l'illustrent les figures 1 et 2, les fils de soutien 12, à l'inverse des fibres optiques, sont relativement espacés les uns des autres. Le volume mort occupé par ces fils est ainsi réduit à une valeur très faible.

Pour des raisons de remplissage maximal, les fibres optiques 10 constituent de préférence la trame du tissu, comme on l'a représenté sur les figures 1 et 2. Toutefois, on peut aussi disposer les fibres selon la chaîne du tissu, en utilisant des fibres présentant la résistance mécanique voulue.

De plus, dans une variante de réalisation qui peut s'avérer intéressante dans certaines applications, les fils de soutien peuvent aussi être constitués par des fibres optiques. On réalise ainsi un véritable tissu de fibres optiques formant deux conducteurs d'informations optiques croisés, selon la trame et selon la chaîne du tissu.

Bien que seuls les tissages du type "REPS de trame uni" et "REPS de trame croisé" ont été représentés respectivement sur les figures 1 et 2, l'invention n'est pas limitée à ces deux types de tissage et s'applique à tous les types de tissage connus pour lesquels les fibres optiques présentent la résistance mécanique requise.

En particulier, un autre type de tissage intéressant est celui dit du tissage en chaînette où les fibres ne subissent que peu ou pas de déformation. Le soutien est assuré par des fils très fins, éventuellement textiles regroupés par motifs serrés régulièrement.